Inverter NXL

gestione compressori

compressor management

ITA **Manuale d'uso**

ENG **User manual**

Integrated Control Solutions & Energy Savings

CAREL

AVVERTENZE

CAREL basa lo sviluppo dei suoi prodotti su una esperienza pluridecennale nel campo HVAC, sull'investimento continuo in innovazione tecnologica di prodotto, su procedure e processi di qualità rigorosi con test in-circuit e funzionali sul 100% della sua produzione, sulle più innovative tecnologie di produzione disponibili nel mercato. CAREL e le sue filiali/affiliate non garantiscono tuttavia che tutti gli aspetti del prodotto e del software incluso nel prodotto risponderanno alle esigenze dell'applicazione finale, pur essendo il prodotto costruito secondo le tecniche dello stato dell'arte. Il cliente (costruttore, progettista o installatore dell'equipaggiamento finale) si assume ogni responsabilità e rischio in relazione alla configurazione del prodotto per il raggiungimento dei risultati previsti in relazione all'installazione e/o equipaggiamento finale specifico. CAREL in questo caso, previ accordi specifici, può intervenire come consulente per la buona riuscita dello start-up macchina finale/applicazione, ma in nessun caso può essere ritenuta responsabile per il buon funzionamento dell'equipaggiamento/impianto finale. Il prodotto CAREL è un prodotto avanzato, il cui funzionamento è specificato nella documentazione tecnica fornita col prodotto o scaricabile, anche anteriormente all'acquisto, dal sito internet www.carel.com.
Ogni prodotto CAREL, in relazione al suo avanzato livello tecnologico, necessita di una fase di qualifica / configurazione / programmazione / commissioning affinché possa funzionare al meglio per l'applicazione specifica. La mancanza di tale fase di studio, come indicata nel manuale, può generare malfunzionamenti nei prodotti finali di cui CAREL non potrà essere ritenuta responsabile.
Soltanto personale qualificato può installare o eseguire interventi di assistenza tecnica sul prodotto.
Il cliente finale deve usare il prodotto solo nelle modalità descritte nella documentazione relativa al prodotto stesso.
Senza che ciò escluda la doverosa osservanza di ulteriori avvertenze presenti nel manuale, si evidenza che è in ogni caso necessario, per ciascun prodotto di CAREL:

- evitare che i circuiti elettronici si bagnino. La pioggia, l'umidità e tutti i tipi di liquidi o la condensa contengono sostanze minerali corrosive che possono danneggiare i circuiti elettronici. In ogni caso il prodotto va usato o stoccato in ambienti che rispettano i limiti di temperatura ed umidità specificati nel manuale;
- non installare il dispositivo in ambienti particolarmente caldi. Temperature troppo elevate possono ridurre la durata dei dispositivi elettronici, danneggiarli e deformare o fondere le parti in plastica. In ogni caso il prodotto va usato o stoccato in ambienti che rispettano i limiti di temperatura ed umidità specificati nel manuale;
- non tentare di aprire il dispositivo in modi diversi da quelli indicati nel manuale;
- non fare cadere, battere o scuotere il dispositivo, poiché i circuiti interni e i meccanismi potrebbero subire danni irreparabili;
- non usare prodotti chimici corrosivi, solventi o detergenti aggressivi per pulire il dispositivo;
- non utilizzare il prodotto in ambiti applicativi diversi da quanto specificato nel manuale tecnico.

Tutti i suggerimenti sopra riportati sono validi altresì per il controllo, schede seriali, chiavi di programmazione o comunque per qualunque altro accessorio del portfolio prodotti CAREL.

CAREL adotta una politica di continuo sviluppo. Pertanto CAREL si riserva il diritto di effettuare modifiche e miglioramenti a qualsiasi prodotto descritto nel presente documento senza previo preavviso.

I dati tecnici presenti nel manuale possono subire modifiche senza obbligo di preavviso.
La responsabilità di CAREL in relazione al proprio prodotto è regolata dalle condizioni generali di contratto CAREL editate nel sito www.carel.com e/o da specifici accordi con i clienti; in particolare, nella misura consentita dalla normativa applicabile, in nessun caso CAREL, i suoi dipendenti o le sue filiali/affiliate saranno responsabili di eventuali mancati guadagni o vendite, perdite di dati e di informazioni, costi di merci o servizi sostitutivi, danni a cose o persone, interruzioni di attività, o eventuali danni diretti, indiretti, incidentali, patrimoniali, di copertura, punitivi, speciali o consequenziali in qualunque modo causati, siano essi contrattuali, extra contrattuali o dovuti a negligenza o altra responsabilità derivanti dall'installazione, utilizzo o impossibilità di utilizzo del prodotto, anche se CAREL o le sue filiali/affiliate siano state avvisate della possibilità di danni.

ATTENZIONE

READ CAREFULLY IN THE TEXT!

Separare quanto più possibile i cavi delle sonde e degli ingressi digitali dai cavi dei carichi induttivi e di potenza per evitare possibili disturbi elettromagnetici. Non inserire mai nelle stesse canaline (comprese quelle dei quadri elettrici) cavi di potenza e cavi di segnale.

SMALTIMENTO

INFORMAZIONE AGLI UTENTI PER IL CORRETTO TRATTAMENTO DEI RIFIUTI DI APPARECCHIATURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE (RAEE)

Il prodotto è composto da parti in metallo e da parti in plastica.
In riferimento alla Direttiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 gennaio 2003 e alle relative normative nazionali di attuazione, Vi informiamo che:

1. sussiste l'obbligo di non smaltire i RAEE come rifiuti urbani e di effettuare, per detti rifiuti, una raccolta separata;
2. per lo smaltimento vanno utilizzati i sistemi di raccolta pubblici o privati previsti dalle leggi locali. È inoltre possibile riconsegnare al distributore l'apparecchiatura a fine vita in caso di acquisto di una nuova;
3. questa apparecchiatura può contenere sostanze pericolose: un uso improprio o uno smaltimento non corretto potrebbe avere effetti negativi sulla salute umana e sull'ambiente;
4. il simbolo (contenitore di spazzatura su ruote barrato) riportato sul prodotto o sulla confezione e sul foglio istruzioni indica che l'apparecchiatura è stata immessa sul mercato dopo il 13 Agosto 2005 e che deve essere oggetto di raccolta separata;
5. in caso di smaltimento abusivo dei rifiuti elettrici ed elettronici sono previste sanzioni stabilite dalle vigenti normative locali in materia di smaltimento.

Garanzia sui materiali: 2 anni (dalla data di produzione, escluse le parti di consumo).
Omologazioni: la qualità e la sicurezza dei prodotti CAREL INDUSTRIES Hq sono garantite dal sistema di progettazione e produzione certificato ISO 9001.

Sommario

INTRODUZIONE

Questo documento descrive l'utilizzo di inverter NXL per la modulazione della velocità dei compressori in una tipica applicazione per centrale frigo. Saranno trattati aspetti relativi a installazione, collegamenti elettrici e l'impostazione dei parametri.

1. COLLEGAMENTI

Questo capitolo descrive le connessioni dell'inverter alla linea di alimentazione, al compressore e al dispositivo di controllo. In particolare, verrà utilizzato come esempio il collegamento a un dispositivo di controllo pCO3 con firmware per rack compressori Carel. Saranno considerate solo le taglie di inverter NXL MF4 e superiori (alimentazione trifase, corrente nominale di uscita 7,6 A e superiore); per questi inverter, non sono necessari filtri di ingresso esterni, poiché il filtro incorporato rende l'inverter un dispositivo di classe H.

Non utilizzare dispositivi di disconnessione, come un contattore, per scollegare l'alimentazione dell'inverter quando non è necessario il funzionamento del compressore; lasciare invece l'inverter permanentemente connesso alla rete e utilizzare dispositivi di disconnessione automatica solo per spegnere l'inverter in caso di emergenza. La commutazione frequente dell'alimentazione dell'inverter accorcia la sua durata prevista (a causa del frequente stress sui condensatori del bus DC), e può causare occasionalmente il verificarsi di allarmi spuri.

1.1 Collegamento rete

Collegare i terminali dell'inverter L1, L2 e L3 alla rete elettrica utilizzando un cavo a tre fili più terra, con sezione minima specificata nel manuale utente NXL. Se la sezione del cavo utilizzato è inferiore a 10 millimetri quadrati, collegare l'inverter a terra tramite un cavo di terra aggiuntivo, con una sezione di almeno 10 millimetri quadrati, collegato ad una delle apposite viti di terra. La scelta migliore per il fissaggio di terra supplementare è una treccia di rame piatta, come quelle visibili in fig. 1.

Fig. 1.a

Il manuale utente NXL elenca anche i fusibili di protezione (o corrente di intervento degli interruttori) utilizzati per proteggere ogni tagflia di inverter.
Se nel quadro elettrico è montato un interruttore differenziale per proteggere l'inverter e il suo carico, questo deve essere un dispositivo di "classe B". I comuni dispositivi di "classe AC", infatti, non riescono a rilevare la corrente di terra, se si verifica dispersione di corrente nel motore o nel cavo collegato all'uscita dell'inverter.
Il mancato impiego di un interruttore differenziale di classe B per proteggere l'inverter può causare, in caso di guasto di terra nel motore, l'azionamento dell'interruttore generale (di solito classe B) a protezione dell'intero edificio o dell'impianto, provocando un blackout generale, piuttosto che una interruzione localizzata.

La corrente di attivazione nominale (IΔn) di 30 mA non è adatta per la protezione dell'inverter, a causa dell'elevata corrente di dispersione statica tipica dei filtri di ingresso; il miglior valore per IΔn è di 300 mA (0,3 A). Inoltre, dovrebbero essere utilizzato un dispositivo di attivazione ritardata, al fine di evitare interventi inutili; è adatto un ritardo di 60 ms, tuttavia questo ritardo deve essere coordinato con qualsiasi altro dispositivo di corrente residua a monte della linea di alimentazione.

Alcuni esempi di dispositivi differenziali di classe B utili per la protezione dell'inverter sono:
- Merlin Gerin tipo "ID", classe B, IΔn 300 mA,
- Siemens SIQUENCE 5SM3, IΔn 300 mA, versione K
- Merlin Gerin VIGIREX RH99M (relè).

1.2 Collegamento motore

Usare sempre un cavo schermato per collegare le uscite dell'inverter (terminali U/T1, V/T2, W/T3) al motore controllato. Lo schermo deve essere collegato a terra nei pressi dell'uscita dell'inverter. Non è sufficiente collegare lo schermo alla vite di terra plasmandolo a "coda di maiale"; occorre anche utilizzare un pressacavo in metallo che prema direttamente sullo schermo, vedi figura 2 sotto.

Fig. 1.b

Mantenere sempre il cavo motore più corto possibile, e tenerlo lontano dagli altri cavi; il cavo del motore è una fonte di disturbi elettromagnetici, e ogni cavo vicino può raccogliere disturbi elettrici. In particolare, legare insieme il cavo motore e il cavo ausiliario (controllo) può portare a disturbi notevoli che raggiungono il dispositivo di controllo o a un funzionamento non corretto dell'inverter. Se il cavo del motore è affiancato al cavo di alimentazione, l'efficienza del filtro di ingresso potrebbe diminuire in maniera significativa, causando l'instradamento dei disturbi verso altri dispositivi collegati alla linea elettrica.

Un compressore ad inverter è solitamente situato molto vicino all'inverter, quindi non sono necessari particolari filtri di uscita tra l'inverter e il motore. Il costruttore del compressore può in alcuni casi specificare l'uso di filtri di uscita, come un induttore (chiamato anche filtro "dU / dt"), oppure un filtro sinusoidale, al fine di ridurre lo stress elettrico sugli avvolgimenti del compressore. L'uso di questi filtri va valutato quando il cavo del motore è più lungo di 30 metri.

Non usare un contattore tra inverter e motore per fermare il compressore; il motore non deve mai essere staccato dall'uscita dell'inverter mentre l'uscita è attiva, tranne in caso di emergenza.

L'unico dispositivo consentito tra l'inverter e il motore è un interruttore (o un contattore gestito da un relè termico), per proteggere il compressore contro le sovracorrenti; non affidarsi alla limitazione di corrente in uscita dell'inverter per proteggere il motore dal surriscaldamento. Se l'interruttore scatta, non chiuderlo di nuovo mentre l'uscita dell'inverter è attiva, ma arrestare prima l'inverter. Devono essere adottate precauzioni per impedire la connessione del motore all'inverter, mentre l'uscita dell'inverter è attiva.

1.3 Collegamento dispositivo di controllo

Un inverter NXL ha bisogno di almeno due segnali per controllare un motore a velocità variabile: un segnale digitale per attivare / disattivare il controllo del motore (segnale MARCIA / ARRESTO) e un segnale analogico per controllare la frequenza di uscita.
Per controllare la frequenza di uscita viene solitamente utilizzato un segnale da 0 a 10 VDC, dove 0 V corrisponde alla frequenza minima e 10 V alla frequenza massima.
L'applicazione più frequente è mostrata in figura 3. Lo schema di collegamento è valido per il firmware del rack controller FLSTDmFC0A con assegnazione di uscita predefinita, dove l'uscita analogica per la velocità del compressore è Y2 e l'uscita predefinita per l'attivazione del compressore 1 è NO1. Questo è valido anche per il dispositivo di controllo pRack, a condizione che anche le uscite NO1 e Y2 siano assegnate alla gestione del compressore 1.
Si noti che poiché il terminale C1 sul dispositivo di controllo pCO è usato come contatto comune per NO1, NO2 e NO3, normalmente non è possibile collegare direttamente i terminali C1 e NO1 sul dispositivo di controllo pCO ai terminali 6 e 8 sull'inverter, in quanto NO2 e NO3 possono essere collegati ad altri conduttori a tensione elevata; per questo motivo, l'attivazione dell'ingresso digitale dell'inverter si ottiene tramite un contatto del relè ausiliario K1. In alternativa, potrebbe essere scelto un relè diverso come uscita per l'attivazione del compressore 1, scegliendo NO7 (come si vede in figura 4), o NO8, o qualsiasi altra uscita relè con un contatto comune dedicato.
Si noti inoltre che i terminali VG e VG0 sono collegati al terminale G e G0, rispettivamente, questo perché la sezione di uscita analogica del pCO3 deve essere alimentata da una fonte esterna a 24 V c.a., in quanto è elettricamente isolata dal resto del dispositivo di controllo. È anche possibile utilizzare un trasformatore separato a bassa potenza per l'alimentazione dei terminali VG-VG0, al fine di aumentare l'immunità del dispositivo di controllo pCO ai disturbi che possono essere presenti nel cavo di controllo ausiliario; comunque, di solito ciò non è necessario.
Utilizzare un cavo schermato per collegare gli ingressi di controllo dell'inverter al dispositivo di controllo. La schermatura del cavo deve essere collegata a terra vicino alla morsettiera di controllo dell'inverter: non collegare lo schermo del cavo di controllo a qualsiasi terminale della morsettiera di controllo.

1.4 Riepilogo dei collegamenti

Alcuni schemi sono qui illustrati per riassumere i punti descritti nei paragrafi precedenti.
Si noti che vengono mostrate solo le connessioni per i segnali strettamente necessari, come spiegato più avanti: ulteriori segnali possono essere utilizzati per la gestione di allarmi e di ripristino degli allarmi.

Uscita a relè con comune condiviso utilizzato per il comando MARCIA dell'inverter
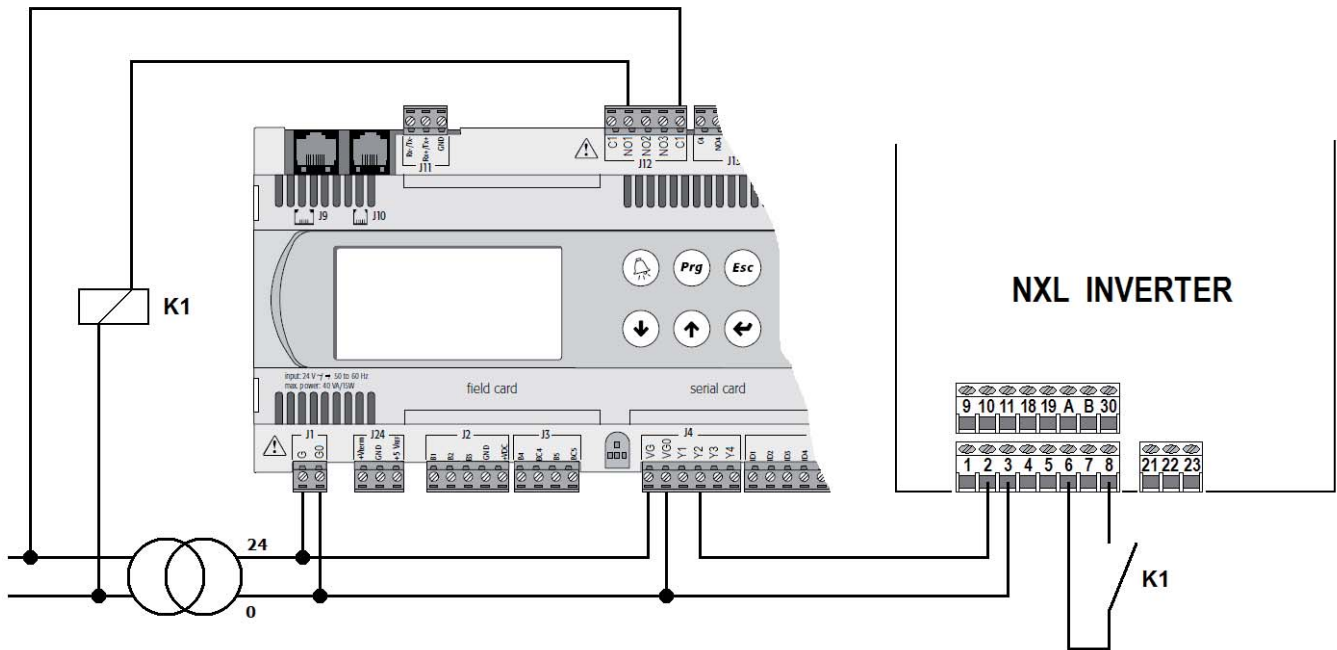
Fig. 1.c

Uscita a relè con comune dedicato utilizzato per il comando MARCIA dell'inverter

Fig. 1.d

Vedi dimensione fusibile nel manuale utente
Utilizzare solo interruttore di classe B, IΔn ≥ 300 mA, ritardato. Coordinare il ritardo con il dispositivo a monte
Id
Utilizzare solo per spegnere l'inverter in caso di emergenza
Vedere nel man. utente, le sezioni minime
L1
L2
L3
NXL
INVERTER
T1
T2
T3
Sezione minima del cavo di terra 10 mm2
Utilizzare un cavo schermato per i segnali di controllo dell'inverter. Collegare lo schermo a terra, non alla morsettiera di controllo
Utilizzare sempre cavi schermati da Inverter a motore
Induttore o filtro sinusoidale. Utilizzare in caso di cavo lungo o se specificato dal produttore del motore.
Utilizzare una protezione motore contro il sovraccarico. Lasciare il limite di corrente dell'inverter al massimo.
Evitare sempre
Mantenere il cavo più corto possibile
M
3~

Fig. 1.e

2. IMPOSTAZIONI DEI PARAMETRI

Il funzionamento dell'inverter è influenzato da molti parametri; la maggior parte di essi può essere trascurata, in quanto non importante per il nostro scopo, mentre alcuni parametri sono così importanti che una impostazione errata può causare il malfunzionamento del sistema e danni anche gravi all'inverter o al compressore. Come regola generale, un inverter non può controllare un compressore semplicemente utilizzando le impostazioni di fabbrica. In questo documento verranno spiegati solo i parametri più importanti o quelli che devono essere modificati rispetto all'impostazione predefinita.

2.1 Parametri di base (compressori 400V)

Circa una decina di parametri devono essere modificati per adattarli all'applicazione e al compressore specifico accoppiato all'inverter. Questa sezione esamina il caso più frequente: il compressore ha la stessa tensione nominale della linea di alimentazione. Come si vedrà più avanti, sono possibili anche altri casi. Qui prenderemo in considerazione i seguenti parametri:

- Selezione dell'ingresso del controllo della velocità
- Tempo di filtro per l'ingresso analogico
- Frequenza minima
- Frequenza massima
- Limite di corrente
- Tempo di accelerazione e decelerazione
- Frequenze proibite
- Curva della tensione in funzione della frequenza

2.1.1 Selezione dell'ingresso del controllo velocità (P2.1.14)

In questo documento si suppone che venga utilizzata la configurazione più comune di ingresso analogico: un segnale da 0 a 10 V collegato all'ingresso analogico AI1. Il parametro P2.1.14 è impostato di default a 0 (riferimento di I / O dall'ingresso analogico AI1), che è adatto per la nostra applicazione.

2.1.2 Tempo di filtro per l'ingresso analogico (P2.2.10)

In alcuni quadri elettrici, a causa di posa inaccurata dei cavi, il segnale da 0 a 10 V all'ingresso dell'inverter può essere influenzato da un notevole rumore elettrico. Questo può portare a forti oscillazioni nella frequenza di uscita dell'inverter e nella velocità del compressore, anche quando l'uscita del dispositivo di controllo è stabile.
Una buona schermatura dei cavi ausiliari dovrebbe sempre essere attuata, ma se questa non è disponibile o è insufficiente, il rumore può essere fortemente ridotto filtrando il segnale di ingresso. Questo si ottiene aumentando il parametro P2.2.10 ad almeno 1,0 secondi. Valori troppo alti per questo filtro potrebbero causare una reazione eccessivamente lenta della frequenza dell'inverter alla variazione del segnale di controllo.

2.1.3 Frequenza minima e massima (P2.1.1, P2.1.2)

I parametri di frequenza minima e massima sono accessibili, sull'interfaccia utente NXL, tramite codici P2.1.1 (minima) e P2.1.2 (massima).
La frequenza minima deve essere impostata secondo le specifiche del costruttore del compressore. Normalmente non può essere impostata a meno di 20 Hz, mentre i valori più comuni sono 25 o 30 Hz. La gamma di frequenza di un compressore è limitata principalmente, nella fascia bassa, dall'efficienza del sistema di lubrificazione (che diminuisce rapidamente sotto una certa velocità). Nella maggior parte dei rack compressori, un pressostato dell'olio differenziale viene utilizzato come dispositivo di sicurezza per proteggere il compressore da lubrificazione insufficiente; a seconda della soglia di pressione differenziale impostata, il dispositivo collegato ad un compressore a velocità variabile può intervenire di continuo quando il compressore funziona per alcuni minuti alla velocità minima. In questo caso, è di norma necessario aumentare la frequenza minima al di sopra del valore specificato dal costruttore del compressore. Anche la frequenza massima deve essere impostata secondo quanto specificato dal costruttore del compressore. Normalmente, in compressori con una tensione nominale pari alla tensione di alimentazione, questa non può essere impostata sopra la frequenza nominale del compressore (50 o, più comunemente, 60 Hz). In alcuni casi (vedi § 2.1.7), la frequenza può essere spinta alcuni Hertz oltre la frequenza nominale, ma questo deve sempre essere fatto in accordo con il costruttore del compressore.

2.1.4 Limite di corrente (P2.1.5)

L'inverter misura continuamente la sua corrente di uscita, e la confronta con il parametro P2.1.5. Se la corrente di uscita supera il limite di corrente, la frequenza di uscita viene diminuita in modo da ridurre anche la corrente. Quando il carico dell'inverter è un compressore, questa azione è di solito inutile, in quanto la corrente assorbita dal compressore non dipende quasi mai dalla frequenza, ma piuttosto dalle condizioni di funzionamento. Inoltre, la corrente assorbita dal compressore all'avviamento è molto più alta che in condizioni stabili. Per queste ragioni, è opportuno impostare il parametro P2.1.5 al massimo consentito dall'inverter (1,5 volte la corrente nominale di uscita), e non fare affidamento sulla limitazione di corrente dell'inverter per proteggere il compressore da sovraccarichi.

2.1.5 Tempo di accelerazione e decelerazione (P2.1.3, P2.1.4)

Questi due parametri decidono la velocità di variazione di frequenza quando l'ingresso analogico cambia livello; essi rappresentano il tempo necessario all'inverter per cambiare la sua frequenza di uscita dal minimo al massimo (o viceversa) quando il livello di ingresso analogico cambia dal minimo al massimo (o viceversa). I parametri P2.1.3 e P2.1.4 dovrebbero entrambi essere impostati su 1,0 secondi. Anche se un tempo più lungo è possibile durante il normale funzionamento, ci sono alcuni aspetti relativi alla fase di avviamento che saranno descritti nel prossimo paragrafo. Inoltre, è meglio lasciare al dispositivo di controllo del rack il compito di gestire i gradienti di frequenza, evitando di dover aggiungere ritardi supplementari nelle variazioni di frequenza.

2.1.6 Frequenze proibite (P2.5.1, P2.5.2, P2.5.3)

L'inverter NXL permette di specificare una gamma di frequenze proibite, in pratica una gamma di frequenze di uscita che l'inverter cerca di evitare. Quando attraversa la gamma proibita, l'inverter varia la frequenza con maggior velocità per rimanere all'interno di tale intervallo il minor tempo possibile. Ci sono tre parametri dedicati a questa funzione: P2.5.1 e P2.5.2 sono rispettivamente il limite inferiore e superiore della gamma proibita, mentre P2.5.3, la "scalatura di rampa", è un fattore moltiplicatore per il tempo di accelerazione e decelerazione da utilizzare all'interno della gamma proibita. Ad esempio, l'impostazione P2.5.3 a 0,1 comporta dei cambiamenti di frequenza, all'interno della gamma proibita, dieci volte più veloci rispetto a quelli nell'intervallo di frequenze permesse. Questa funzione viene utilizzata in applicazioni comuni, al fine di evitare una gamma di frequenza che causa vibrazioni o risonanze; nelle applicazioni di controllo del compressore, invece, viene utilizzata per accelerare rapidamente il compressore dalla velocità 0 a quella minima. I compressori di refrigerazione, e in particolare i tipi a pistone, mostrano infatti notevoli vibrazioni a frequenze molto basse. Utilizzare tempi di accelerazione normali durante l'avviamento il più delle volte fa sì che il compressore si scuota in modo anomalo, e potrebbe anche causare lo stallo del compressore (con conseguente spegnimento dell'inverter dovuto a corrente elevata). Per queste ragioni P2.5.1 deve essere impostato a 0.0 Hz, mentre P2.5.2 deve essere impostato alla frequenza minima (lo stesso valore del parametro P2.1.1). Il parametro P2.5.3 dovrebbe normalmente essere impostato a 0.5, in modo che il tempo di accelerazione da 0 alla frequenza minima venga dimezzato. Se si osservano irregolarità nell'avviamento del compressore, il valore di P2.5.3 dovrebbe essere ridotto; se a volte l'inverter non può avviare il compressore e si spegne a causa di un allarme per corrente elevata, il tempo di accelerazione è forse troppo breve, e il valore di P2.5.3 deve essere aumentato in modo da rallentare la rampa di accelerazione.

2.1.7 Gestione della tensione in funzione della frequenza (P2.1.13, P2.6.2)

Un inverter non solo varia la sua frequenza di uscita, ma cambia di conseguenza anche la sua tensione di uscita, al fine di adattarla alle esigenze del motore alle varie frequenze. Il parametro P2.6.2 viene utilizzato per selezionare diverse curve frequenza-tensione. La curva più semplice è lineare: raddoppiando la frequenza raddoppia anche la tensione. La curva quadratica è adatta per il controllo di ventole o pompe (dove la coppia resistente aumenta in base al quadrato della velocità). La curva migliore per la gestione del compressore è "lineare con ottimizzazione del flusso": questo significa che il parametro P2.6.2 deve essere impostato a 3.
Un altro parametro importante è l'ottimizzazione tensione/frequenza, P2.1.13: impostandola a 1 si consente l'aumento automatico della coppia alle basse frequenze. Questo è importante per il corretto avviamento del compressore, in quanto normalmente la coppia necessaria per avviare un compressore dalla velocità 0 è molto più alta rispetto ai motori normali, come ventole o pompe.

2.1.8 Compressori a 400V in funzionamento trans-sincrono

Il funzionamento trans-sincrono consiste nello spingere la frequenza di uscita dell' inverter sopra la frequenza nominale del compressore, senza aumentare la tensione oltre la tensione nominale. In pratica, la tensione viene aumentata in modo lineare fino al massimo (cioè la tensione di rete) dalla frequenza minima alla frequenza nominale, dopo di che la frequenza viene aumentata ancora senza aumentare la tensione. Mentre nella zona sincrona (dalla frequenza minima a quella nominale) la corrente assorbita dal compressore è quasi indipendente dalla frequenza, nella zona trans-sincrona (dalla frequenza nominale a quella massima), vi è un aumento di assorbimento di corrente.
Normalmente, con il funzionamento trans-sincrono la frequenza può essere aumentata solo del 20% oltre la frequenza nominale. Ad esempio, un compressore 400V/50Hz può essere portato fino a 60Hz, a condizione che la corrente assorbita al carico massimo e alla frequenza massima non superi la corrente massima consentita del compressore.
Le impostazioni dei parametri per il funzionamento trans-sincrono sono esattamente identiche a quelle del normale funzionamento dei compressori 400V; ovviamente, ora la frequenza massima (parametro P2.1.2) verrà impostata su un valore al di sopra della frequenza nominale del compressore.
I parametri che definiscono il punto di indebolimento di campo devono essere impostati in base alla frequenza nominale e alla tensione di linea del compressore: P2.6.3 (punto di indebolimento di campo) deve essere impostato alla frequenza nominale del compressore, mentre P2.6.4 (tensione al punto di indebolimento di campo) deve essere impostato su 100%.

2.2 Parametri di base (compressori a 230V)

Come visto prima, di solito un compressore non può essere portato ad una frequenza superiore alla sua frequenza nominale. Questo perché una frequenza più alta richiederebbe una tensione superiore al massimo che l'inverter sia in grado di fornire (pari alla tensione della linea di alimentazione). Una soluzione spesso adottata è quella di utilizzare un compressore con tensione nominale di 230 V (o un compressore a 400V con connessione degli avvolgimenti a "delta", se entrambi i poli degli avvolgimenti sono accessibili). Questo espediente consente di aumentare la velocità del compressore oltre il suo valore nominale, ottenendo una più ampia gamma di variazione della capacità e una capacità massima frigorifera pari a quella di un compressore più grande.
Naturalmente, la velocità massima è sempre limitata da fattori meccanici, e viene specificata come un limite obbligatorio dal costruttore del compressore. Impostare la frequenza massima nel parametro P2.1.2, come si è visto nel par. 3.1.1.
Se viene utilizzato un compressore con tensione nominale inferiore a quella della linea di alimentazione, alcuni parametri extra devono essere impostati di conseguenza per la gamma di frequenza e tensione nominale.
Inoltre, la corrente richiesta da un compressore 230V è molto superiore rispetto a quella assorbita da un compressore 400V delle stesse dimensioni. Questo deve essere preso in considerazione nel dimensionamento dell'inverter in quanto la taglia dell'inverter deve essere scelta in base alla corrente del motore, non alla potenza da esso assorbita.

2.2.1 Tensione nominale del motore (P2.1.6)

Al fine di impostare correttamente alcuni parametri necessari per aumentare la frequenza oltre quella nominale, la tensione nominale del motore (come riportato sulla sua targa) deve essere impostata per il parametro P2.1.6.

2.2.2 Punto di indebolimento di campo (P2.6.3)

Il parametro 2.6.3 deve essere impostato alla massima frequenza, cioè allo stesso valore di P2.1.2.

2.2.3 Tensione al punto di indebolimento di campo (P2.6.4)

Quando si controlla un compressore per refrigerazione, il rapporto tra tensione e frequenza deve essere costante, indipendente dalla frequenza. Questo porta alla definizione di un rapporto tensione/frequenza, come il rapporto tra la tensione nominale del motore e la sua frequenza nominale. Ad esempio, per un compressore 50Hz 230V, il rapporto tensione/frequenza è 230/50 = 4,6 V / Hz.
Ora è facile calcolare la tensione che deve essere fornita dall'inverter alla frequenza massima: basta moltiplicare la frequenza massima per il rapporto tensione/frequenza. Continuando con l'esempio del compressore 50Hz 230V, supponendo che la frequenza massima indicata dal produttore sia 70Hz, la tensione a frequenza massima sarà:
Frequenza massima x rapporto tensione/frequenza = 70 x 4,6 = 322V
Il parametro P2.6.4 è espresso come percentuale della tensione nominale del motore (per questo motivo si è dovuto impostare correttamente anche il parametro P2.1.6, che di norma non è importante). Si ottiene così il valore da impostare per P2.6.4:
P2.6.4 = Tensione all'indebolimento di campo / tensione nominale motore x 100 = 322/230x100 = 140%
Quindi, in questo esempio, il parametro P2.6.4 deve essere impostato a 140.

2.3 Parametri per gestione dei guasti

La programmazione di fabbrica dell'inverter NXL provoca l'arresto dell'inverter per quasi tutti i tipi di guasto o situazione anomala, ed è pertanto richiesto l'intervento umano o di una qualche forma di automazione esterna per ripristinare il funzionamento normale.
Per dare all'inverter un certo grado di autonomia, i guasti poco importanti devono essere disattivati, mentre deve essere attivata la funzione di riavvio automatico.
Inoltre, i guasti gravi dovrebbero essere segnalati esternamente (ad esempio, al dispositivo di controllo del rack a dispositivi ausiliari collegati a un supervisore), e dovrebbe essere implementato un sistema di reset allarmi per ripristinare guasti che arrestano il dispositivo.

2.3.1 Parametri di protezione (P2.7.X)

Il gruppo di parametri P2.7 viene utilizzato per specificare la reazione dell'inverter alle varie situazioni di guasto. Tutti i guasti irrilevanti vanno disattivati (impostazione del relativo parametro su "nessuna azione"), lasciando attivi solo i guasti gravi.
I significati dei parametri di gestione guasti sono:
- 0 = nessuna azione: il guasto viene ignorato
- 1 = allarme: il codice di allarme viene visualizzato sul display, ed il relè (se configurato come "allarme", vedere il parametro P2.3.1) viene attivato
- 2 = guasto: arresto del motore (con rampa o in modalità di funzionamento libero, come da parametro P2.1.12), attivazione del relè se configurato come "guasto", vedere il parametro P2.3.1
- 3 = guasto: arresto in modalità di funzionamento libero, attivazione del relè se configurato come "guasto", vedere il parametro P2.3.1.

Gli unici guasti significativi sono:
- sottotensione
- supervisione fasi in uscita
- guasto verso terra

Il guasto da sovracorrente non può essere disattivato. L'inverter deve fermare definitivamente il motore in caso di guasti nella fase di uscita (non c'è corrente in una delle fasi di uscita) o guasto verso terra (viene misurata una dispersione di corrente verso terra).
Per questo motivo, non modificare l'impostazione dei parametri P2.7.4 e P2.7.5, e lasciarli al valore 2.
Per il guasto di sottotensione (che avviene normalmente durante i temporali, a causa di brevi interruzioni dell'alimentazione), l'inverter non dovrebbe rimanere spento quando il problema non è più presente, quindi impostare P2.7.3 = 1. Si noti che il valore predefinito di questo parametro è 2 (l'inverter si arresta in modo permanente fino a quando non viene premuto il pulsante di reset); se si lascia P2.7.3 al valore predefinito, il compressore sotto inverter si fermerà alla prima banale irregolarità nella linea di alimentazione.
Gli altri tipi di guasto non vengono utilizzati, quindi impostare i seguenti parametri a 0:
- P2.7.1 (risposta a guasto riferimento 4-20mA)
- P2.7.2 (risposta a guasto esterno)
- P2.7.6 (risposta a protezione termica motore)
- P2.7.11 (risposta a stallo)
- P2.7.15 (risposta a sottocarico)
- P2.7.19 (risposta a guasto termistore)
- P2.7.20 (risposta a guasto fieldbus)
- P2.7.21 (risposta a guasto slot)

Notare che si consiglia di disabilitare anche la protezione termica del motore. L'inverter NXL, durante il funzionamento, cerca di stimare la temperatura degli avvolgimenti del motore, con un calcolo basato sulle caratteristiche del motore (fornite all'inverter tramite i parametri da P2.1.6 a P2.1.10 e da P2.7.7 a P2.7.10) e sulle condizioni di funzionamento (velocità e corrente). Il modello matematico che l'inverter utilizza è adattato ad un motore asincrono forma B3 standard o simile. Il motore di un compressore ermetico è completamente diverso, da un punto di vista termico, da un motore standard, in quanto si basa sul flusso di refrigerante per raffreddare i suoi avvolgimenti; per questo motivo, l'inverter non riesce di solito a stimare la temperatura del motore del compressore, e la protezione termica dovrebbe essere disattivata.

2.3.2 Parametri di riavvio automatico (P2.1.21 e P2.8.X)

L'impostazione a 1 del parametro P2.1.21 attiva la funzione di riavvio automatico. Ciò significa che in caso di guasto che spegne il dispositivo (come sovracorrente) l'inverter tenta automaticamente di riavviare il motore. Esegue fino a tre tentativi, ogni volta aspettando un intervallo specificato dal parametro P2.8.1, per un periodo di tempo specificato da P2.8.2. Se, nel tempo P2.8.2, tutti e tre i tentativi di riavvio falliscono, il guasto diventa permanente, e l'inverter deve essere resettato con un'azione esterna. Il valore suggerito per P.2.8.1 è 5,0 secondi, mentre P.2.8.2 può essere lasciato a 30,0 secondi. Se sono presenti i dispositivi di sicurezza ritardati quali pressostati differenziali dell'olio, la somma dei tre intervalli specificati da P2.8.1 deve essere inferiore al ritardo del dispositivo di sicurezza, altrimenti quest'ultimo potrebbe intervenire prima che l'inverter abbia completato tutti i tentativi di riavvio.

2.3.3 Gestione recupero guasti

In alcuni casi particolari, l'inverter può finire tutti i tentativi di riavvio senza riuscire ad avviare il compressore. Un esempio di questa situazione è un inverter sottodimensionato che cerca di riavviare un compressore con un differenziale di pressione particolarmente alto a causa di pesanti condizioni di esercizio; un altro caso si può verificare durante un temporale, con frequenti interruzioni di corrente (o abbassamenti di tensione). In questi casi, l'inverter segnala il guasto di sovracorrente o di sottotensione e attende l'azione esterna, senza cercare di riavviare. Le cause che hanno portato all'arresto dell'inverter possono non essere più presenti, ma l'inverter non può riavviarsi autonomamente.
È pertanto buona norma predisporre un sistema per resettare l'inverter a distanza, senza la necessità di intervenire sul posto.
Normalmente il dispositivo di controllo del rack compressore è collegato ad un supervisore. Se il dispositivo di controllo del rack ha un relè inutilizzato e un ingresso digitale inutilizzato, e l'ingresso può essere configurato come un allarme, e in qualche modo il relè può essere controllato dal supervisore, è fortemente consigliato utilizzare queste linee di I / O per resettare gli allarmi dell'inverter.
Per attivare questa funzione, il relè dell'inverter deve essere programmato per segnalare la presenza di un guasto verso l'esterno, e un ingresso dell'inverter deve essere dedicato alla funzione di reset allarme.

Il parametro P2.3.1 definisce la gestione dei relè dell'inverter. Di default è già impostato su 3, il che significa segnalazione di guasto. Se deve essere segnalato come allarme anche la mancanza di alimentazione dell'inverter, P2.3.1 può essere impostato su 4 (guasto invertito); in questo modo, il relè viene attivato non appena l'inverter viene alimentato, e disseccitato quando si verifica un guasto o una mancanza di alimentazione.
A seconda della modalità di funzionamento scelta per il relè di allarme e la polarità dell'ingresso digitale riservato alla segnalazione di allarme dell'inverter, la coppia opportuna di contatti relè dell'inverter deve essere collegata all'ingresso del dispositivo di controllo del rack (C-NO o C-NC).
Solo l'ingresso digitale 3 dell'inverter NXL può essere configurato come il reset dei guasti; per farlo, impostare il parametro P2.1.18 a 4.

2.4 Ripristino dei parametri predefiniti

A volte, modificando i parametri per eseguire test si possono compiere errori, portando l'utente a non essere più sicuro dell'attuale configurazione del convertitore.
In altri casi, un utente deve modificare un impostazione dell'inverter che qualcun altro ha eseguito, e di nuovo può non essere sicuro della configurazione dei parametri attuali.
Per risolvere queste situazioni, senza dover tenere conto di ogni parametro, è possibile ripristinare le impostazioni dei parametri predefiniti, dopo di che l'inverter può essere programmato a partire da uno stato noto.
Per tornare alla configurazione originale memorizzata nell'inverter dal costruttore, è sufficiente impostare il parametro P6.3.1 a 5.

2.5 Riepilogo per compressore a 400V

Dopo l'esposizione dettagliata, si riporta un riassunto dei parametri da impostare nel caso più comune, in cui la tensione del compressore è pari alla tensione di rete.

Codice parametro	Valore da impostare	Significato
P2.1.1	Chiedere al produttore del compressore	Frequenza minima
P2.1.2	Chiedere al produttore del compressore	Frequenza massima
P2.1.3	1.0	Tempo di accelerazione
P2.1.4	1.0	Tempo di decelerazione
P2.1.5	Vedi par. 2.1.3	Limite di corrente
P2.1.13	1	Ottimizzazione tensione/frequenza
P2.1.14	0	Riferimento di I/O
P2.1.18	4	Funzione ingresso digitale 3
P2.1.21	1	Attivazione del riavvio automatico
P2.2.10	1.0	Tempo filtro per uscita analogica 1
P2.3.1	3 (o 4, vedi par. 2.3.3)	Funzione relè uscita
P2.5.1	0.0	gamma di frequenze proibite, limite inferiore
P2.5.2	P2.1.1	gamma di frequenze proibite, limite superiore
P2.5.3	0.5	Frequenza proibite, scalatura di rampa
P2.6.2	3	Curva tensione/frequenza
P2.6.3	Vedi par. 2.1.7	Punto di indebolimento di campo
P2.6.4	100%	Tensione al punto di indebolimento di campo
P2.7.1	0	Risposta a guasto riferimento 4-20mA
P2.7.2	0	Risposta a guasto esterno
P2.7.3	1	Risposta a guasto sottotensione
P2.7.4	2	Risposta a guasto supervisione fase di uscita
P2.7.5	2	Risposta a protezione guasto terra
P2.7.6	0	Risposta a protezione termica del motore
P2.7.11	0	Risposta a protezione stallo
P2.7.15	0	Risposta a protezione sottocarico
P2.7.19	0	Risposta a guasto termistore
P2.7.20	0	Risposta a guasto fieldbus
P2.7.21	0	Risposta a guasto slot
P2.8.1	5.0	Tempo di attesa riavvio automatico
P2.8.2	30.0	Tempo di prova riavvio automatico

Tab. 2.a

2.6 Riepilogo per compressore a 230V

Come si è visto nel par. 3.2, se la tensione nominale del compressore è inferiore alla tensione di rete, ci sono diversi parametri aggiuntivi che devono essere impostati in base alle caratteristiche del compressore.

Codice parametro	Valore da impostare	Significato
P2.1.1	Chiedere al produttore del compressore	Frequenza minima
P2.1.2	Chiedere al produttore del compressore	Frequenza massima
P2.1.3	1.0	Tempo di accelerazione
P2.1.4	1.0	Tempo di decelerazione
P2.1.5	Vedi par. 2.1.3	Limite di corrente
P2.1.6	Vedi targhetta del compressore	Tensione nominale compressore
P2.1.13	1	Ottimizzazione tensione/frequenza
P2.1.14	0	Riferimento di I/O
P2.1.18	4	Funzione ingresso digitale 3
P2.1.21	1	Attivazione del riavvio automatico
P2.2.10	1.0	Tempo filtro per uscita analogica 1
P2.3.1	3 (o 4, vedi par. 2.3.3)	Funzione relè uscita
P2.5.1	0.0	Gamma di frequenze proibite, limite inferiore
P2.5.2	P2.1.1	Gamma di frequenze proibite, limite superiore
P2.5.3	0.5	Frequenza proibite, scalatura di rampa
P2.6.2	3	Curva tensione/frequenza
P2.6.3	P2.1.2	Punto di indebolimento di campo
P2.6.4	Vedi calcolo in par. 2.2.3	Tensione al punto di indebolimento di campo
P2.7.1	0	Risposta a guasto riferimento 4-20mA
P2.7.2	0	Risposta a guasto esterno
P2.7.3	1	Risposta a guasto sottotensione
P2.7.4	2	Risposta a guasto supervisione fase di uscita
P2.7.5	2	Risposta a protezione guasto terra
P2.7.6	0	Risposta a protezione termica del motore
P2.7.11	0	Risposta a protezione stallo
P2.7.15	0	Risposta a protezione sottocarico
P2.7.19	0	Risposta a guasto termistore
P2.7.20	0	Risposta a guasto fieldbus
P2.7.21	0	Risposta a guasto slot
P2.8.1	5.0	Tempo di attesa riavvio automatico
P2.8.2	30.0	Tempo di prova riavvio automatico

Tab. 2.b

3. AVVIAMENTO E RISOLUZIONE DEI PROBLEMI

Dopo aver programmato l'inverter con i parametri suggeriti, deve essere testato il corretto funzionamento del sistema. In particolare, il primo avviamento del compressore richiede particolare attenzione. Questo capitolo descrive le precauzioni da prendere durante il test iniziale del sistema, insieme ai problemi più comuni e relative soluzioni.

3.1 Primo avviamento del compressore

- Quando si attiva il compressore per la prima volta, si suggerisce di non permettere all'inverter di raggiungere da subito la frequenza massima di uscita, ma di limitarla, impostando temporaneamente P2.1.2 a soli pochi Hertz oltre la frequenza minima, o limitando in qualche modo il valore massimo raggiungibile dal segnale analogico di velocità.
- Inizialmente è preferibile monitorare la corrente in uscita, invece che la frequenza di uscita; per leggere la corrente di uscita sul display dell'inverter, selezionare il segnale V1.4 dal menu di monitoraggio.
- Si suggerisce inoltre di facilitare l'avviamento del compressore il più possibile, equalizzando la pressione di aspirazione e di scarico. Quando possibile, ridurre il carico termico: ad esempio, per una centrale frigorifera, attivare inizialmente solo un gruppo di utenze, aggiungendo altri banchi frigo solo una volta raggiunte delle condizioni stabili.
- La fase di avviamento del compressore deve essere attentamente osservata, al fine di rilevare eventuali vibrazioni o rumori anomali.
- Una volta che il compressore è in funzione, controllare (se necessario) la correttezza della direzione di rotazione, guardando la variazione della pressione di aspirazione e di scarico. In caso di rotazione errata, arrestare l'inverter, spegnerlo (scollegare l'alimentazione), attendere almeno 5 minuti, e quindi correggere attraverso lo scambio di due delle fasi del motore.
- Lasciare il compressore in funzione per alcuni minuti vicino alla frequenza minima e monitorare la corrente di uscita: normalmente dovrebbe essere vicina alla corrente nominale del compressore, ma avviando un sistema durante l'estate, con banchi e condensatori caldi, o avviando un refrigeratore caldo, la corrente può essere molto più alta del normale, a causa dell'elevata quantità di refrigerante che fluisce attraverso il compressore per l'alta pressione di aspirazione. Inoltre, in questi casi la pressione di scarico raggiunge rapidamente valori molto elevati. Per evitare danni al compressore o l'azionamento dei dispositivi di protezione, tenere il compressore attivo solo per mezzo minuto o fino a quando la pressione di scarico sia appena sotto la soglia di allarme di alta pressione, e riavviare dopo un minuto; continuare a farlo fino a quando la corrente non scende a valori ragionevoli.
- Una volta effettuati con successo tutti i controlli iniziali, il parametro P2.1.2 può essere impostato per la frequenza di uscita massima inizialmente selezionata; lasciare quindi funzionare il sistema in modalità automatica.
- Normalmente, in quasi tutti i rack compressori, il compressore sotto inverter è il primo ad essere avviato, poi gli altri compressori vengono avviati e arrestati in base alla richiesta di potenza frigorifera. Il compressore sotto inverter viene fermato solo quando la potenza frigorifera richiesta dal sistema è inferiore alla capacità erogata dal compressore a velocità minima, poi il ciclo ricomincia. Devono essere osservati un certo numero di cicli, modificando il carico termico del sistema, al fine di verificare l'avviamento corretto del compressore e la corretta rotazione ad ogni frequenza.
- Se possibile, aumentare la pressione di condensazione fino al massimo ammissibile (soglia di intervento del pressostato di alta pressione), e provare il corretto avviamento del compressore ad inverter e il funzionamento in queste condizioni, eventualmente fermando e riavviando manualmente l'inverter.

3.2 Risoluzione dei problemi

Problema	Possibile causa	Soluzione
L’avviamento del compressore è irregolare, con forti vibrazioni e scossoni	Rampa di accelerazione troppo lunga	Diminuire il parametro P2.5.3 sotto 0,5; controllare il parametro P2.1.3 = 1,0 sec
Il compressore vibra e si scuote all’avviamento, e infine si ferma; l’inverter segnala guasto “sovracorrente”	Rampa di accelerazione troppo lunga	Diminuire il parametro P2.5.3; controllare il parametro P2.1.3 = 1.0 sec
	L’assorbimento di corrente supera il limite di corrente	Controllare che il parametro P2.1.5 sia al valore massimo (1,5 volte la corrente nominale dell’inverter); controllare dimensionamento dell’inverter
Il compressore non parte affatto; l’inverter segnala guasto “sovracorrente”	Rampa di accelerazione troppo corta	Aumentare il parametro P2.5.3 sopra 0,5; controllare il parametro P2.1.3 = 1.0 sec; controllare dimensionamento dell’inverter
L’uscita dell’inverter non raggiunge mai la frequenza massima, anche se il segnale di controllo della velocità è al massimo	L’assorbimento di corrente supera il limite di corrente	Controllare che il parametro P2.1.5 sia al valore massimo (1,5 volte la corrente nominale dell’inverter); controllare P2.6.2=3; controllare che le impostazioni di P2.6.3 e P2.6.4 siano secondo la spiegazione al capitolo 2; controllare dimensionamento dell’inverter
L’uscita dell’inverter è sempre ben al di sopra della frequenza minima, anche se il segnale di controllo della velocità è al minimo	Disturbo pesante sul cavo di controllo	Controllare che lo schermo del cavo di controllo non sia connesso ad alcuna morsettiera di controllo; collegare lo schermo del cavo di controllo a terra; mantenere il cavo di controllo lontano dai cavi di alimentazione dell’inverter
Il pressostato dell’olio differenziale scatta dopo alcuni minuti di funzionamento alla velocità minima	Pressione differenziale olio troppo bassa alla frequenza minima	Diminuire la soglia della pressione differenziale del dispositivo di protezione; aumentare la frequenza minima
Guasto sovracorrente segnalato quando il compressore si ferma	Funzione di arresto impostata su “Rampa”	Impostare il parametro P2.1.12 a 0 (funzione Stop = “Coast”)
Guasto sovratemperatura motore	Protezione termica motore attiva	Disattivare l’impostazione della protezione termica del motore (P2.7.6 = 0)
Sovratemperatura dell’inverter (guasto 14) segnalata	Inverter troppo caldo	Controllare la temperatura dell’inverter attraverso la lettura del parametro V1.9; controllare la ventilazione dell’inverter; controllare che la ventola dell’inverter funzioni; controllare la temperatura all’interno del quadro elettrico
Temperatura IGBT (guasto 41) segnalata	Gestione errata dell’alimentazione dell’inverter	Controllare che l’inverter sia costantemente alimentato, non scollegare l’alimentazione dell’inverter per fermare il compressore
L’inverter si arresta per guasto sovracorrente o sottotensione	Inverter non programmato per il riavvio automatico	Abilitare il riavvio automatico impostando il parametro P2.1.21 = 1
L’interruttore differenziale continua a scattare non appena l’inverter viene collegato alla rete	L’interruttore utilizzato per dare corrente all’inverter non è ad azione rapida; l’interruttore differenziale non è ritardato	Utilizzare un interruttore differenziale ad attivazione ritardata; coordinare il ritardo con gli interruttori a monte
L’interruttore di tipo B che protegge l’inverter scatta non appena il motore viene avviato	Guasto a terra nel motore, riduzione dell’isolamento negli avvolgimenti del motore o nel cavo motore	Provare a ridurre la frequenza di commutazione (par. P2.6.8), sostituire il cavo o il motore; controllare che il motore sia adatto al controllo dell’inverter
Cuscinetti a sfera del motore danneggiati dopo alcuni mesi di funzionamento	Presenza di corrente ad alta frequenza nei cuscinetti a sfera del motore	Provare a ridurre la frequenza di commutazione; installare un filtro sinusoidale tra inverter e motore; controllare che il motore sia adatto per il controllo dell’inverter; usare il cavo schermato
Avvolgimenti del motore danneggiati dopo alcuni mesi di funzionamento	Isolamento degli avvolgimenti danneggiato dai fronti ripidi del segnale di uscita dell’inverter	Ridurre la lunghezza del cavo; installare induttori o filtro sinusoidale tra inverter e motore; controllare che il motore sia adatto al controllo dell’inverter

Tab. 3.c

WARNINGS

CAREL bases the development of its products on decades of experience in HVAC, on the continuous investments in technological innovations to products, procedures and strict quality processes with in-circuit and functional testing on 100% of its products, and on the most innovative production technology available on the market. CAREL and its subsidiaries nonetheless cannot guarantee that all the aspects of the product and the software included with the product respond to the requirements of the final application, despite the product being developed according to start-of-the-art techniques. The customer (manufacturer, developer or installer of the final equipment) accepts all liability and risk relating to the configuration of the product in order to reach the expected results in relation to the specific final installation and/or equipment. CAREL may, based on specific agreements, acts as a consultant for the positive commissioning of the final unit/application, however in no case does it accept liability for the correct operation of the final equipment/system.
The CAREL product is a state-of-the-art product, whose operation is specified in the technical documentation supplied with the product or can be downloaded, even prior to purchase, from the website www.carel.com.
Each CAREL product, in relation to its advanced level of technology, requires setup / configuration / programming / commissioning to be able to operate in the best possible way for the specific application. The failure to complete such operations, which are required/indicated in the user manual, may cause the final product to malfunction; CAREL accepts no liability in such cases.
Only qualified personnel may install or carry out technical service on the product.
The customer must only use the product in the manner described in the documentation relating to the product.
In addition to observing any further warnings described in this manual, the following warnings must be heeded for all CAREL products:

- prevent the electronic circuits from getting wet. Rain, humidity and all types of liquids or condensate contain corrosive minerals that may damage the electronic circuits. In any case, the product should be used or stored in environments that comply with the temperature and humidity limits specified in the manual;
- do not install the device in particularly hot environments. Too high temperatures may reduce the life of electronic devices, damage them and deform or melt the plastic parts. In any case, the product should be used or stored in environments that comply with the temperature and humidity limits specified in the manual;
- do not attempt to open the device in any way other than described in the manual;
- do not drop, hit or shake the device, as the internal circuits and mechanisms may be irreparably damaged;
- do not use corrosive chemicals, solvents or aggressive detergents to clean the device;
- do not use the product for applications other than those specified in the technical manual.

All of the above suggestions likewise apply to the controllers, serial boards, programming keys or any other accessory in the CAREL product portfolio.

CAREL adopts a policy of continual development. Consequently, CAREL reserves the right to make changes and improvements to any product described in this document without prior warning.

The technical specifications shown in the manual may be changed without prior warning.

The liability of CAREL in relation to its products is specified in the CAREL general contract conditions, available on the website www.carel.com and/or by specific agreements with customers; specifically, to the extent where allowed by applicable legislation, in no case will CAREL, its employees or subsidiaries be liable for any lost earnings or sales, losses of data and information, costs of replacement goods or services, damage to things or people, downtime or any direct, indirect, incidental, actual, punitive, exemplary, special or consequential damage of any kind whatsoever, whether contractual, extra-contractual or due to negligence, or any other liabilities deriving from the installation, use or impossibility to use the product, even if CAREL or its subsidiaries are warned of the possibility of such damage.

WARNING:

READ CAREFULLY IN THE TEXT!

separate as much as possible the probe and digital input signal cables from the cables carrying inductive loads and power cables to avoid possible electromagnetic disturbance.
Never run power cables (including the electrical panel wiring) and signal cables in the same conduits.

DISPOSAL

The product is made from metal parts and plastic parts.
In reference to European Union directive 2002/96/EC issued on 27 January 2003 and the related national legislation, please note that:

1. WEEE cannot be disposed of as municipal waste and such waste must be collected and disposed of separately;
2. the public or private waste collection systems defined by local legislation must be used. In addition, the equipment can be returned to the distributor at the end of its working life when buying new equipment.
3. the equipment may contain hazardous substances: the improper use or incorrect disposal of such may have negative effects on human health and on the environment;
4. the symbol (crossed-out wheeled bin) shown on the product or on the packaging and on the instruction sheet indicates that the equipment has been introduced onto the market after 13 August 2005 and that it must be disposed of separately;
5. in the event of illegal disposal of electrical and electronic waste, the penalties are specified by local waste disposal legislation.

Content

INTRODUCTION

Questo documento descrive l'utilizzo di inverter per la modulazione della velocità dei compressori in una tipica applicazione rack compressore. Saranno trattati aspetti relativi a installazione, collegamenti elettrici e l'impostazione dei parametri.

1. CONNECTIONS

This chapter describes the inverter connections to the power line, compressor and control device. In particular, connection to a pCO3 controller running standard Carel compressor rack firmware will be used as an example. Only NXL inverters size MF4 and larger (three-phase power supply, nominal output current 7.6 A and higher) will be considered; for these inverters, no external input filters are required, as the embedded filter makes the inverter a class H device.

Do not use disconnect devices, such as contactors, to disconnect power to the inverter when compressor operation is not requested, rather leave the inverter permanently connected to mains, and use automatic disconnect devices only to shut off the inverter in the event of emergency. Frequently switching the inverter power supply on and off shortens its expected life (due to frequent stress on DC bus capacitors), and can cause random alarms to occasionally trip.

1.1 Mains connection

Connect inverter terminals L1, L2 and L3 to the mains using a three-wire plus earth cable, with the cross section specified in the NXL user manual. If the cross section of the cable used is less than 10 square millimetres, connect the inverter to earth using an additional earth wire, with a cross section of at least 10 square millimetres, connected to the earth screws provided. The best choice for additional earth bonding is a flat copper braid, such as those shown in picture 1.

Fig. 1.a

The NXL user manual also lists the protection fuses (or tripping current of circuit breakers) used to protect each size of inverter.

If a residual current circuit breaker is fitted in the electrical panel to protect the inverter and its load, this must be a "class B" device. Usual "class AC" devices, in fact, cannot detect the earth current if current leakage occurs in the motor or in the cable connected to the inverter output.
Failing to employ a class B residual current circuit breaker to protect the inverter can cause, in the event of earth fault in the motor, the general circuit breaker (usually class B) protecting the entire building or plant trip, causing a general blackout rather than local interruption to service.

Nominal activation current (IΔn) of 30 mA is not suitable for inverter protection, due to characteristic high static leakage current of input filters; the best value for IΔn is 300 mA (0.3 A). In addition, a delayed activation device should be used, in order to avoid unnecessary tripping; a delay of 60 ms is suitable, however this delay has to be coordinated with any other residual current device fitted upstream in the power line.

Some examples of class B differential devices useful for inverter protection are:
- Merlin Gerin "ID" type, class B, IΔn 300 mA,
- Siemens SIQUENCE 5SM3, IΔn 300 mA, K version
- Merlin Gerin relay model VIGIREX RH99M.

1.2 Motor connection

Always use shielded cable to connect the inverter outputs (terminals U/T1, V/T2, W/T3) to the controlled motor. The shield must be connected to earth near the inverter output: do not simply connect the shield to the earth screw by shaping it like a "pig tail", rather also use a metal cable clamp to directly secure the shield; see picture 2 below.

Fig. 1.b

Always keep the motor cable as short as possible, and keep it away from other cables; the motor cable is a source of electromagnetic disturbance, and every cable passing nearby may pick up electrical noise. In particular, tying together the motor cable and auxiliary (control) cable may lead to considerable disturbance reaching the control device, or to improper inverter operation. If the motor cable is tied to the power cable, the efficiency of the input filter may decline significantly, causing disturbance to be routed towards other devices connected to the power line.

An inverter driven compressor is usually located very close to the inverter, so no particular output filters are required between inverter and motor. The compressor manufacturer may in some cases specify the use of output filters, such as an inductor (also called "dU/dt" filter), or a sinusoidal filter, in order to reduce electrical stress on the compressor's windings. The use of these filters should also be evaluated when the motor cable is longer than 30 metres.

Do not use a contactor between inverter and motor to stop the compressor; the motor must never be disconnected from the inverter output while the output is active, except in the event of emergency.

The only device allowed between inverter and motor is a circuit breaker (or a contactor managed by a thermal relay), to protect the compressor against overcurrent; do not rely on inverter output current limitation to protect the motor from overheating. If the circuit breaker trips, do not close it again while the inverter output is active, rather first stop the inverter. Precautions must be taken to prevent connection of the motor to the inverter while the inverter output is active.

1.3 Control device connection

An NXL inverter needs at least two signals to control a motor at a variable speed: a digital signal to enable/disable motor control (RUN/STOP signal) and an analogue signal to control the output frequency.
Usually, a 0 to 10 VDC signal is used to control the output frequency, where 0 V corresponds to the minimum frequency and 10 V to the maximum frequency.
The most frequent application is shown in picture 3. The wiring diagram is valid for compressor rack firmware FLSTDmFC0A with default output assignment, where the analogue output for compressor speed is Y2 and compressor 1 enable output is by default NO1. This is also valid for the pRack controller, provided that outputs NO1 and Y2 are also assigned to compressor 1 management.
Note that as terminal C1 on the pCO controller is used as a common contact for NO1, NO2 and NO3, normally it is not possible to directly connect terminals C1 and NO1 on the pCO controller to terminals 6 and 8 on the inverter, as NO2 and NO3 may be connected to other live wires; for this reason, activation of the inverter digital input is obtained via a contact on auxiliary relay K1. As an alternative, a different relay could be chosen as the output to enable compressor 1, choosing NO7 (as seen in picture 4), or NO8, or any other relay output with a dedicated common contact.
Also note that terminals VG and VG0 are connected to terminal G and G0 respectively; this is because the analogue output section of the pCO3 has to be powered by an external 24 VAC source, as it is electrically isolated from the rest of the controller. It is also possible to use a separate low power transformer to supply terminals VG-VG0, in order to increase immunity of the pCO controller to disturbance that may be present in the auxiliary control cable; nonetheless, this is usually not necessary.
Use a shielded cable to connect the inverter control inputs to the control device. The shield of this cable has to be connected to earth near the inverter control terminal block; never connect the control cable shield to any control terminal block

1.4 Summary of connections

Some schematic diagrams are illustrated here to summarise the points described in the previous paragraphs.
Note that only the connections for strictly necessary signals are shown; as explained further on, additional signals can be used for management of alarms and fault recovery.

Relay output with shared common used for inverter RUN command
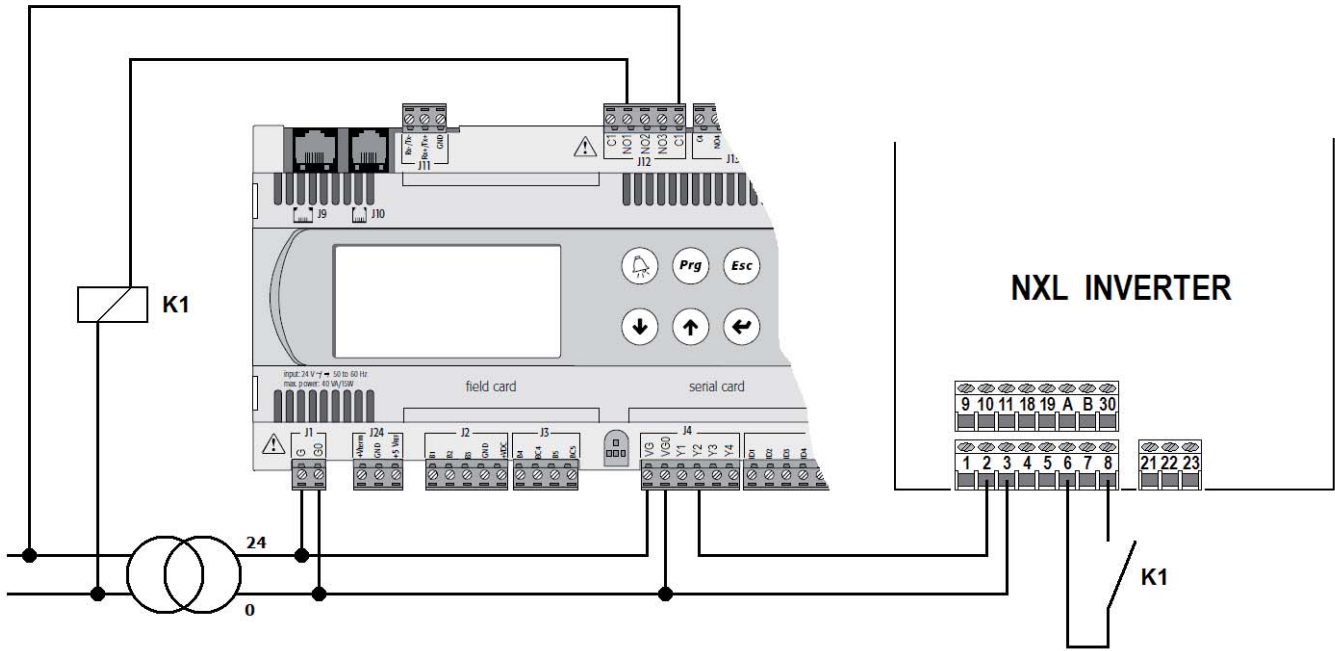
Fig. 1.c

Relay output with dedicated common used for inverter RUN command

Fig. 1.d

See fuse size
in user manual
Use only class B circuit breaker,
IΔn ≥ 300 mA, delayed.
Coordinate delay with
upstream devices.
Id
Only use to switch off the
inverter in an emergency
See minimum cross
section in user manual
L1 L2 L3
NXL
INVERTER
T1 T2 T3
Minimum cross section
of earth wire 10 mm2
Use shielded cable
for inverter control
signals. Connect
shield to earth,
not to control
terminal block.
Always use shielded cable
from inverter to motor
Inductor or sinusoidal filter.
Use in case of long cable
or if specified by motor
manufacturer.
Use a motor protector against overload.
Leave the inverter current limit
at the maximum.
Always avoid
Keep the cable
as short as possible
M
3~

Fig. 1.e

2. PARAMETER SETTINGS

Inverter operation is influenced by many parameters; most of them can be neglected, as they are not important for our purpose, while some parameters are so important that an incorrect setting may cause the system to malfunction and even serious damage to the inverter or the compressor. As a general rule, an inverter can never control a compressor simply using the default settings. In this document, only the important parameters or those that need to be changed from the default setting will be explained.

2.1 Basic parameters (400V compressors)

Around one tenth of the parameters need to be modified to adapt them to the application and the specific compressor coupled to the inverter. This section looks at the most frequent case: the compressor has the same nominal voltage as the power supply line. As will be seen further on, other cases are also possible. Here we will consider the following parameters:

- Speed control input selection
- Filter time for analogue input
- Minimum frequency
- Maximum frequency
- Current limit
- Acceleration and deceleration time
- Prohibited frequencies
- Voltage versus frequency curve

2.1.1 Speed control input selection (P2.1.14)

We will assume in this document that the most common configuration of analogue input is used: a 0 to 10 V signal connected to analogue input AI1. Parameter P2.1.14 is set by default to 0 (I/O reference from analogue input AI1), which is suitable for our application.

2.1.2 Filter time for analogue input (P2.2.10)

In some electrical panels, due to inaccurate laying of cables, the 0 to 10 V signal at the inverter input may be affected by considerable electrical noise. This can lead to significant swings in inverter output frequency and compressor speed, even when the output of the rack controller device is stable.
Good shielding of auxiliary cables should always be implemented, but if this is not available or not enough, noise can be strongly reduced by filtering the input signal. This is obtained by increasing parameter P2.2.10 to at least 1.0 seconds. Too high values for this filter would cause an excessively slow reaction of inverter frequency to control signal variation.

2.1.3 Minimum and maximum frequency (P2.1.1, P2.1.2)

The minimum and maximum frequency parameters are accessed, on the NXL user interface, via codes P2.1.1 (minimum) and P2.1.2 (maximum).
The minimum frequency has to be set as per the compressor manufacturer's specifications. Normally it cannot be set to less than 20 Hz, while most common values are 25 or 30 Hz. The frequency range for a compressor is mainly limited, at the low end, by lubrication system efficiency (quickly decreasing under a certain speed). In most compressor racks, a differential oil pressure switch is used as a safety device to protect the compressor against inadequate lubrication; depending on the differential pressure threshold for activation, the device connected to a variable speed compressor may keep tripping when the compressor runs for a few minutes at minimum speed. In this case, it is normally necessary to increase the minimum frequency above the value specified by the compressor manufacturer.

The maximum frequency must also be set as specified by the compressor manufacturer. Normally, in compressors with a nominal voltage equal to the power supply voltage, this cannot be set above the compressor's nominal frequency (50 or, more commonly, 60 Hz). In some cases (see § 2.1.7), the frequency can be pushed a few Hertz over the nominal frequency, but this has always to be done in agreement with the compressor manufacturer.

2.1.4 Current limit (P2.1.5)

The inverter continuously measures its output current, and compares it against parameter P2.1.5. If the output current exceeds the current limit, the output frequency is decreased in order to also reduce the current. When the inverter load is a compressor, this action is normally useless, as the current drawn by the compressor almost never depends on frequency, but rather on operating conditions. In addition, the current drawn by the compressor at start-up is much higher that during steady conditions. For these reasons, it is better to set parameter P2.1.5 to the maximum allowed by the inverter (1.8 times the nominal output current), and not to rely on inverter current limitation to protect the compressor against overload.

2.1.5 Acceleration and deceleration time (P2.1.3, P2.1.4)

These two parameters decide the frequency variation speed when the analogue input changes level; they represent the time needed by the inverter to change its output frequency from minimum to maximum (or vice-versa) when the analogue input level changes from minimum to maximum (or vice-versa). Parameters P2.1.3 and P2.1.4 should both be set to 1.0 seconds. Though a longer time is possible during normal operation, there are some aspects related to the start-up phase that will be described in the next paragraph. In addition, it is better to allow the rack controller to manage frequency gradients, avoiding having to add extra delays in frequency changes.

2.1.6 Prohibited frequencies (P2.5.1, P2.5.2, P2.5.3)

The NXL inverter allows a range of prohibited frequencies to be specified, these being a range of output frequencies that the inverter tries to avoid. When crossing the prohibited range, the inverter speeds-up frequency variation, in order to remain within that range the minimum possible time. There are three parameters dedicated to this function: P2.5.1 and P2.5.2 are respectively the low and high limit of prohibited range, while P2.5.3, "ramp scaling", is a multiplying factor for acceleration and deceleration time to be used inside the prohibited range. As an example, setting P2.5.3 to 0.1 brings about frequency changes, within the prohibited range, ten times faster than those in normal range.
This function is used, in common applications, to avoid a frequency range that causes vibrations or resonance; in compressor control applications, on the other hand, it is used to quickly accelerate the compressor from 0 speed to minimum speed. Refrigeration compressors, and in particular piston types, in fact show considerable vibrations at the very low frequency range. Using normal acceleration times during start-up most of the time causes the compressor to shake abnormally, and could also cause the compressor to stall (with consequent inverter shutdown due to high current).
For these reasons P2.5.1 has to be set to 0.0, while P2.5.2 has to be set to the minimum frequency (the same value as parameter P2.1.1). Parameter P2.5.3 should normally be set to 0.5, so that acceleration time from 0 to minimum frequency is halved. If irregularities are seen in compressor start-up, the value of P2.5.3 should be reduced; if sometimes the inverter cannot start the compressor and shuts down due to a high current alarm, the acceleration time is perhaps too short, and the value of P2.5.3 has to be increased in order to slow down the acceleration ramp.

2.1.7 Voltage versus frequency management (P2.1.13, P2.6.2)

An inverter not only varies its output frequency, but it also accordingly changes its output voltage, in order to adapt it to motor requirements at various frequencies. Parameter P2.6.2 is used to select different frequency-voltage curves. The simplest curve is linear: doubling the frequency also doubles the voltage. The quadratic curve is suitable for controlling fans or pumps (where the torque needed increases according to the square of speed). The best curve for compressor management is "linear with flux optimization"; this means that parameter P2.6.2 has to be set to 3.
Another important parameter is V/F optimization, P2.1.13: setting it to 1 enables automatic torque boost at low frequencies. This is important for correct compressor start-up, as normally the torque needed to start a compressor from 0 speed is much higher than normal motors, such as fans or pumps.

2.1.8 400V compressors in trans-synchronous operation

Trans-synchronous operation consists in pushing the output frequency of the inverter above the compressor's nominal frequency, without increasing the voltage over its nominal voltage. In practice, the voltage is linearly increased up to the maximum (that is, mains voltage) from minimum frequency to nominal frequency, after that the frequency is increased again without increasing the voltage. While in the synchronous zone (from minimum to nominal frequency) the current drawn by the compressor is almost not dependant on frequency, in the trans-synchronous zone (from nominal frequency to maximum frequency), there is an increase in current draw.
Normally, with trans-synchronous operation the frequency can be increased only 20% over nominal frequency. As an example, a 400V/50Hz compressor can be driven up to 60Hz, provided the current drawn at maximum load and maximum frequency doesn't exceed the compressor's maximum permitted current.
The parameter settings for trans-synchronous operation are exactly the same as for normal operation of 400V compressors; of course, now the maximum frequency (parameter P2.1.2) will be set to a value above the compressor's nominal frequency.
Parameters defining the Field Weakening Point must be set according to compressor nominal frequency and line voltage: P2.6.3 (field weakening point) must be set to the compressor's nominal frequency, while P2.6.4 (voltage at field weakening point) must be set to 100%.

2.2 Basic parameters (230V compressors)

As seen before, normally a compressor cannot be driven at a frequency higher than its nominal frequency. This is because a higher frequency would require a voltage higher than the maximum the inverter can supply (equal to the supply line voltage). A solution often adopted is to employ a compressor with 230V nominal voltage (or a 400V compressor with "delta" windings connection, if both poles of windings are accessible). This trick allows compressor speed to be increased over its nominal value, obtaining a wider range of capacity variation and a maximum cooling capacity equal to that of a larger compressor.
Of course, maximum speed is always limited by mechanical factors, and is specified as a mandatory limit by the compressor manufacturer. Set the maximum frequency in parameter P2.1.2, as seen in par. 3.1.1.
If a compressor with nominal voltage lower than supply line voltage is used, some extra parameters have to be set accordingly to frequency range and nominal voltage.
In addition, the current required by a 230V compressor is much higher than that drawn by a 400V compressor of the same size. This has to be taken into account in sizing the inverter; as reported in another section of this document, the inverter size has to be chosen according to motor current, not power.

2.2.1 Motor nominal voltage (P2.1.6)

In order to correctly set some parameters needed to boost frequency over nominal frequency, the nominal motor voltage (as reported on its rating plate) has to be set for parameter P2.1.6.

2.2.2 Field weakening point (P2.6.3)

Parameter 2.6.3 has to be set to the maximum frequency, that is, the same value as P2.1.2.

2.2.3 Voltage at field weakening point (P2.6.4)

When controlling a refrigeration compressor, the ratio between voltage and frequency has to be constant at every frequency. This leads to definition of a V/F ratio, as the ratio between the motor's nominal voltage and its nominal frequency. As an example, for a 230V 50Hz compressor, the V/F ratio is 230/50=4.6 V/Hz.
It is now easy to calculate the voltage to be provided by the inverter at the maximum frequency: simply multiply maximum frequency by the V/F ratio. Continuing with the 230V 50Hz compressor example, assuming that the maximum frequency specified by the manufacturer is 70Hz, the voltage at maximum frequency will be:
Max frequency x V/F ratio = 70 x 4.6 = 322V
Parameter P2.6.4 is expressed as a percentage of motor nominal voltage (for this reason parameter P2.1.6, which is normally not important, also had to be set correctly). This gives the value to set for P2.6.4:
P2.6.4 = Voltage at field weakening / Motor nominal voltage x 100 = 322/230x100 = 140%
So, in this example, parameter P2.6.4 has to be set to 140.
Another way to calculate P2.6.4 is: Maximum Frequency/Motor nominal Frequency x 100, that is:

$$P2.6.4 = \frac{P2.1.2}{P2.1.7} \times 100$$

2.3 Fault management parameters

The default programming of NXL inverter causes the inverter to stop on almost all types of fault or abnormal situation, requiring human intervention or some form of external automation to resume normal operation.
To give the inverter some degree of autonomy, unimportant faults need to be disabled, while the auto restart function should be enabled.
In addition, severe faults should be signalled externally (for example, to the rack controller or to auxiliary devices connected to a supervisor), and an alarm reset system should be provided to recover from faults that shutdown the device.

2.3.1 Protection parameters (P2.7.X)

The P2.7 group of parameters are used to specify the reaction of inverter to various faults. All unimportant or false faults need to be disabled (setting the relevant parameter to "no action"), while leaving only severe faults active.
The meanings of the fault management parameter values are:
- 0 = no action: the fault is ignored
- 1 = alarm: the alarm code is shown on the display, and the relay (if configured as "Alarm", see parameter P2.3.1) is activated
- 2 = Fault: stop motor (with ramp or in free running mode, as per parameter P2.1.12), activation of relay if configured as "Fault", see parameter P2.3.1
- 3 = Fault: stop in free running mode, activation of relay if configured as "Fault", see parameter P2.3.1.

The only significant faults are:
- Undervoltage
- Output phase supervision
- Earth fault protection

The overcurrent fault can never be disabled.
The inverter needs to permanently stop the motor in the event of output phase faults (there is no current in one of the output phases) or earth fault (no insulation to earth is measured). For this reason, do not change the setting of parameters P2.7.4 and P2.7.5, leave them at the value 2.
For the undervoltage fault (this normally happens during storms, due to short power outs), the inverter shouldn't stay off when the problem is not longer present, so set P2.7.3 = 1. Note that the default value of this parameter is 2 (the inverter permanently stops until someone pushes the reset button); if P2.7.3 is set at the default value, the inverter driven compressor will stop following the first irregularity in the power supply line.

The remaining types of fault are not used, so set the following parameters to 0:
- P2.7.1 (response to 4-20mA reference fault)
- P2.7.2 (response to external fault)
- P2.7.6 (response to motor thermal protection)
- P2.7.11 (response to stall)
- P2.7.15 (response to underload)
- P2.7.19 (response to thermistor fault)
- P2.7.20 (response to fieldbus fault)
- P2.7.21 (response to slot fault)

Please note that motor thermal protection is also disabled. The NXL inverter, during operation, tries to estimate the motor windings temperature, with a calculation based on characteristics of the motor (sent to the inverter via parameters P2.1.6 to P2.1.10 and P2.7.7 to P2.7.10) and on operating conditions (speed and current). The mathematical model the inverter uses is tailored for a standard, form B3 or similar, asynchronous motor. A hermetic compressor motor is completely different, from a thermal point of view, from a standard motor, as it relies on refrigerant flow to cool its windings; for this reason, the inverter usually fails to estimate the compressor motor temperature, and thermal protection must be disabled.

2.3.2 Autorestart parameters (P2.1.21 and P2.8.X)

Setting parameter P2.1.21 to 1 enables the autorestart function. This means that in the event of a fault that shuts down the device (such as overcurrent) the inverter automatically tries to restart the motor. It performs up to three attempts, each time waiting an interval specified by parameter P2.8.1, over a time period specified by P2.8.2. If, in the time P2.8.2, all three restart attempts fail, the fault becomes permanent, and the inverter has to be reset by external action. The suggested value for P.2.8.1 is 5.0 seconds, while P.2.8.2 could be set to 30.0 seconds. If delayed differential oil pressure safety devices are present, the sum of the three intervals specified by P2.8.1 has to be lower than the safety device delay, otherwise it could trip before the inverter has completed all attempts.

2.3.3 Fault recovery management

In some particular cases the inverter may finish all restart attempts without succeeding in restarting the compressor. An example of this situation is an undersized inverter trying to restart a compressor with a particularly high pressure differential due to heavy operating conditions; another case may occur during a storm, with frequent short power outs (power drops). In these cases, the inverter signals the overcurrent or undervoltage fault and waits for external action, without trying to restart. The causes that led the inverter to stop may no longer be present, however the inverter cannot restart on its own.
It is good practice to feature a method to remotely reset the inverter, without the need to go onsite.
Normally the compressor rack controller is connected to a supervisor. If the rack controller has an unused relay and an unused digital input, and the input can be configured as an alarm and in some way the relay can be controlled from the supervisor, it is strongly suggested to use these I/O lines to reset inverter alarms.
In order to activate this function, the relay in the inverter has to be programmed to signal the presence of a fault to the outside, and an inverter input has to be dedicated to the alarm reset function.
Parameter P2.3.1 defines inverter relay management. By default this is already set to 3, which means fault signalling. If inverter power failures also need to be detected, P2.3.1 can be set to 4 (fault inverted); in this way, the relay is switched on as soon as the inverter is powered, and is de-energised when a fault occurs.
Depending on the operating mode chosen for the alarm relay and the polarity of the digital input reserved for inverter alarm readings, the correct pair of inverter relay contacts has to be connected to the rack controller input (C-NO or C-NC).
Only digital input 3 on the inverter can be configured as fault reset; to do so, set parameter P2.1.18 to 4.

2.4 Recall default parameters

Sometimes, when modifying parameters for testing errors may be made, and the user is no longer sure about the current configuration of the inverter.
In other cases, a user has to modify an inverter setting that someone else performed, and again may not be sure about the current parameter configuration.
To resolve these situations without having to take note of each parameter, the default parameter settings can be recalled; after that, the inverter can be programmed starting from a known state.
To return to the original configuration stored in the inverter by manufacturer, simply set parameter P6.3.1 to 5.

2.5 Summary for 400V compressor

Following the detailed discussion, here is a summary of parameters to set in the most common case, where compressor voltage is equal to line voltage.

Parameter code	Value to set	Meaning
P2.1.1	Ask compressor manufacturer	Minimum frequency
P2.1.2	Ask compressor manufacturer	Maximum frequency
P2.1.3	1.0	Acceleration time
P2.1.4	1.0	Deceleration time
P2.1.5	See par. 2.1.3	Current limit
P2.1.13	1	V/F optimization
P2.1.14	0	I/O reference
P2.1.18	4	Digital input 3 function
P2.1.21	1	Automatic restart enabling
P2.2.10	1.0	Filter time for analog input 1
P2.3.1	3 (or 4, see par. 2.3.3)	Output relay function
P2.5.1	0.0	Prohibited frequency range, low limit
P2.5.2	P2.1.1	Prohibited frequency range, high limit)
P2.5.3	0.5	Prohibited frequency, ramp scaling
P2.6.2	3	V/F curve
P2.6.3	See par. 2.1.7	Field weakening point
P2.6.4	100%	Voltage at field weakening point
P2.7.1	0	Response to 4-20mA reference fault
P2.7.2	0	Response to external fault
P2.7.3	1	Response to undervoltage fault
P2.7.4	2	Response to output phase supervision fault
P2.7.5	2	Response to earth fault protection
P2.7.6	0	Response to motor thermal protection
P2.7.11	0	Response to stall protection
P2.7.15	0	Response to underload protection
P2.7.19	0	Response to thermistor fault
P2.7.20	0	Response to fieldbus fault
P2.7.21	0	Response to slot fault
P2.8.1	5.0	Autorestart wait time
P2.8.2	30.0	Autorestart trial time

Tab. 2.a

2.6 Summary for 230V compressor

As seen in par. 3.2, if compressor nominal voltage is lower than line voltage, there are several extra parameters that need to be set according to the compressor's characteristics.

Parameter code	Value to set	Meaning
P2.1.1	Ask compressor manufacturer	Minimum frequency
P2.1.2	Ask compressor manufacturer	Maximum frequency
P2.1.3	1.0	Acceleration time
P2.1.4	1.0	Deceleration time
P2.1.5	See par. 2.1.3	Current limit
P2.1.6	See compressor's data tag	Compressor nominal voltage
P2.1.13	1	V/F optimization
P2.1.14	0	I/O reference
P2.1.18	4	Digital input 3 function
P2.1.21	1	Automatic restart enabling
P2.2.10	1.0	Filter time for analog input 1
P2.3.1	3 (or 4, see par. 2.3.3)	Output relay function
P2.5.1	0.0	Prohibited frequency range, low limit
P2.5.2	P2.1.1	Prohibited frequency range, high limit)
P2.5.3	0.5	Prohibited frequency, ramp scaling
P2.6.2	3	V/F curve
P2.6.3	P2.1.2	Field weakening point
P2.6.4	See calculation on par. 2.2.3	Voltage at field weakening point
P2.7.1	0	Response to 4-20mA reference fault
P2.7.2	0	Response to external fault
P2.7.3	1	Response to undervoltage fault
P2.7.4	2	Response to output phase supervision fault
P2.7.5	2	Response to earth fault protection
P2.7.6	0	Response to motor thermal protection
P2.7.11	0	Response to stall protection
P2.7.15	0	Response to underload protection
P2.7.19	0	Response to thermistor fault
P2.7.20	0	Response to fieldbus fault
P2.7.21	0	Response to slot fault
P2.8.1	5.0	Autorestart wait time
P2.8.2	30.0	Autorestart trial time

Tab. 2.b

3. START-UP AND TROUBLESHOOTING

After having programmed the inverter with the suggested parameters, correct system operation needs to be checked. In particular, first compressor start-up requires particular care. This chapter describes the precautions to be taken during initial system testing, together with the most common problems and relevant solutions.

3.1 First compressor start-up

- When activating the compressor for the first time, it is suggested not to allow the inverter to reach maximum output frequency, but instead to limit maximum frequency, temporarily setting P2.1.2 just a few Hertz over minimum frequency, or limiting in some way the maximum value reachable by the speed analogue signal.
- Initially it is preferable to monitor the output current, instead of output frequency; to see the output current on the inverter's display, select signal V1.4 from monitoring menu.
- It is also suggested to facilitate compressor starting as much as possible, equalizing suction and discharge pressure. Whenever possible, reduce the thermal load: for example, in a retail plant initially activate only a group of cabinets, adding other cabinets only once steady conditions have been reached.
- The compressor start-up phase has to be carefully observed, in order to detect any abnormal vibration or noise.
- Once the compressor is running, check (if necessary) correctness of rotation direction, looking at suction and discharge pressure variation. In the event of incorrect rotation, stop the inverter, turn it off (disconnecting power), wait al least 5 minutes, and then correct by exchanging two motor phases.
- Let the compressor run for a while near minimum frequency, and monitor the output current: normally it should be near the compressor's nominal current, but starting a system during summer, with hot cabinets and condensers, or starting a hot chiller, the current may be much higher than normal, due to high quantity of refrigerant flowing through the compressor as a result of high suction pressure. In addition, in such cases the discharge pressure quickly reaches very high values. To avoid damage to the compressor or tripping of protection devices, keep the compressor active only for half a minute or until the discharge pressure is just under the high pressure alarm threshold, and restart after a minute; continue doing so until the current drops to reasonable values.
- When all initial checks have been successfully done, parameter P2.1.2 can be set to the maximum output frequency initially selected, and let the system work in automatic mode.
- Normally, on almost all compressor packs, at start-up the inverter driven compressor starts first, then the other compressors are started and stopped as per cooling demand. Only when the cooling capacity required by the system falls under the minimum capacity provided by the compressor running at minimum speed is this stopped, and then the cycle restarts. A certain number of cycles should be observed, changing the thermal load of the system, in order to check correct compressor starting and correct rotation at every frequency.
- If possible, increase condensing pressure close to the maximum admissible (high pressure switch threshold), and test correct inverter driven compressor starting and operation in these conditions, manually stopping and restarting the inverter.

3.2 Troubleshooting

Problem	Possible cause	Solution
Compressor starting is irregular, with heavy vibrations and shaking	Acceleration ramp too long	Decrease parameter P2.5.3 under 0.5; check parameter P2.1.3 = 1.0 sec
The compressor vibrates and shakes at starting, and finally stops; the inverter signals "overcurrent" fault	Acceleration ramp too long	Decrease parameter P2.5.3; check parameter P2.1.3 = 1.0 sec
	Current draw exceeds current limit	Check parameter P2.1.5 is at the maximum value (1.5 times the inverter nominal current); check inverter sizing
The compressor doesn't start at all; the inverter signals "overcurrent" fault	Acceleration ramp too short	Increase parameter P2.5.3 over 0.5; check parameter P2.1.3 = 1.0 sec; check inverter sizing
The inverter output never reaches the maximum frequency, even if the speed control signal is at the maximum	Current draw exceeds current limit	Check parameter P2.1.5 is at the maximum value (1.5 times the inverter nominal current); check P2.6.2=3; check setting of P2.6.3 and P2.6.4 are as per explanation in chapter 2; check inverter sizing
The inverter output is always well above the minimum frequency, even if the speed control signal is at the minimum	Heavy disturbance on control cable	Check the shield of control cable is not connected to any control terminal block; connect the shield of control cable to earth; keep the control cable away from inverter power cables
The differential oil pressure switch trips after some minutes of operation at minimum speed	Oil differential pressure too low at minimum frequency	Decrease differential pressure threshold of protection device; increase minimum frequency
Overcurrent fault signalled when the compressor stops	Stop function set to "Ramp"	Set parameter P2.1.12 to 0 (Stop function = "Coast")
Motor overtemperature fault	Motor thermal protection active	Disable motor thermal protection setting P2.7.6 = 0
Inverter overtemperature (fault 14) signalled	Inverter too hot	Check inverter temperature by reading parameter V1.9; check inverter ventilation; check inverter fan is working; check temperature inside electrical panel
IGBT temperature (fault 41) signalled	Incorrect management of inverter power supply	Check the inverter is constantly powered, do not disconnect power to the inverter to stop the compressor
The inverter stops for overcurrent or undervoltage fault	Inverter not programmed for autorestart	Enable automatic restart, setting parameter P2.1.21 = 1
The circuit breaker keeps tripping as soon as the inverter is connected to the mains	The switch used to give power to the inverter is not fast-action; the circuit breaker is not delayed	Use a circuit breaker with delayed activation; coordinate delay with those of circuit breakers fitted upstream
The type B circuit breaker protecting the inverter trips as soon as the motor is started	Earth fault in the motor, reduction of insulation in motor windings or in the motor cable	Try reducing switching frequency (par. P2.6.8); replace cable or motor; check the motor is suitable for inverter control
Motor ball bearings damaged after a few months' operation	Presence of high frequency current in the motor ball bearings; motor cable is not shielded	Try reducing switching frequency; install a sinusoidal filter between inverter and motor; check the motor is suitable for inverter control; use shielded cable
Motor windings damaged after a few months' operation	Insulation of windings damaged by sharp edges of inverter output signal	Reduce cable length; install inductors or sinusoidal filter between inverter and motor; check the motor is suitable for inverter control

Tab. 3.a